干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

乌鲁木齐市主城区气温日变化特征分析

杨 霞[1]， 赵逸舟[2]， 蔡 梅[3]， 张 超[1]

（1. 新疆维吾尔自治区气象台，新疆 乌鲁木齐 830002；2. 新疆气象局，新疆 乌鲁木齐 830002；
3. 中国气象局气象干部培训学院新疆分院，新疆 乌鲁木齐 830002）

摘 要：利用2008—2020年自动气象站逐小时气温观测资料，研究了乌鲁木齐市主城区气温日变化特征。结果表明：乌鲁木齐市主城区日最高气温主要出现在14:00—17:00，日最低气温出现在05:00—08:00。同一季节内，各月的日最高气温出现时次最大相差1 h；日最低气温出现时次在冬季各月间的差异较大，12月和1月的日最低气温出现时间与2月相差4 h。此外，12月和1月的日最低气温出现时间比其他月均早2~3 h，与我国其他城市存在较大差异。乌鲁木齐市主城区各月的最高气温出现频率的日分布曲线以“双峰”型为主，主峰时次为15:00—18:00，次峰时次为21:00，夏季和冬季各月的日最高气温各时次出现频率的时间分布较为集中，春季和秋季相对分散。最低气温出现频率的日分布曲线在春、夏、秋三季均呈“单峰”型，冬季峰值特征不明显。春、夏、秋3季的最低气温在07:00—10:00的出现频率较高，冬季12月和1月在20:00的出现频率相对较高。主城区09:00—12:00的1 h正变温较大；18:00—22:00的1 h负变温较大，正负变温存在不对称性，1 h变温是乌鲁木齐市主城区变温的主导者。乌鲁木齐市主城区冬季气温的日变化特征比其他3个季节更为复杂。

关 键 词：逐时气温；日变化；变温；乌鲁木齐
文章编号：

气温是影响人类日常生活和生态环境的重要气象指标之一，也是预报高温、寒潮、霜冻、低温冷害等灾害性天气的重要指标[1-2]。日变化是气候的基本特征之一[3]，认识气温的日变化特征，对于进一步理解大气环流演变与日变化的关系，提高气温精细化预报水平和灾害性天气预报准确率等都有重要的意义[4-6]。由于受到观测技术水平的限制，早期开展的气温日变化研究不论是空间尺度还是时间尺度都相对较粗，难以全面系统的理解和认识气温日变化的内在特征。随着全球气象观测站网的不断完善，我们能够获得更多高时空分辨率的气象资料，为深入系统的开展气温日变化研究提供了所需的条件[7-8]。吕达仁等[9]指出，由于受到太阳辐射日变化影响，我国大部分地区近地面日最高气温一般出现在北京时间14:00—15:00，日最低气温一般出现在日出前后。由于受到下垫面状态、天气现象等因素的影响，近地面气温在日出后升温速率较快，进入夜间后气温的变化速率趋于平缓。相关研究表明，不同的下垫面条件和天空状况对某一区域一天中最高气温和最低气温的出现时间也有影响[10]。杨萍等[11]利用北京地区2007—2010年的自动气象站资料分析了北京市城区和郊区气温的日变化差异及季节特征，指出城市热容量差异是城、郊气温差异的主要原因。胡文志等[12]使用香港城、郊代表站的逐小时气温资料，对比研究了二者气温的日变化差异。黄良美等[13]通过对南京市4种不同下垫面进行观测对比，发现4种下垫面白天气温成林地＜水体＜草地＜水泥地的变化趋势，夜晚则相反。郑易飞等[14]统计分析了深圳地区夏季气温日变化特征及时空分布，发现气温日平均变化中城市建成区地表气温的上升率和冷却率均低于城市郊区，气温日变化的水平分布直接受城市不同地表热容量差

收稿日期：2019-06-05； **修订日期**：2020-06-07
基金项目：新疆维吾尔自治区气象局面上项目（201801）资助
作者简介：杨霞（1980-），女，副高，气象学硕士，从事灾害性天气机理研究. E-mail: Yangxia921@163.com
通讯作者：赵逸舟（1975-），男，副高，气象学硕士，主要从事气候变化研究. E-mail: ZYZ_93@163.com

异分布、地理地形以及局地风环流等影响。高红燕等[15]对比分析了西安和咸阳两站的日变化特征，指出西安气温季节变化趋势最明显的是春季，其次是冬季，夏季最小，咸阳气温变暖趋势比西安滞后5~8 a；二者6 h气温变化幅度最大的是早晨至中午，最小的是夜间到早晨。

城市是地球表面重要的组成部分之一，也是人类活动最频繁的区域，它对区域气候变化和生态环境都有显著的影响。近年来，随着我国城市化进程的快速发展，城市化对气温变化的影响越来越受到人们的关注[16]。乌鲁木齐市是新疆维吾尔自治区的首府，随着城市化的快速发展，在城市复杂下垫面的作用下，乌鲁木齐市主城区昼夜气温变化的特征是怎样的，这一问题尚不明确。以往针对乌鲁木齐市气温的研究多从年代际、年际、季节等时间尺度来进行分析，更多关注气温的长期变化趋势及其影响[17–21]，而对城市气温的精细化特征，特别是日变化特征的研究相对较少。近年来，已有气象学者使用日平均气温、逐日最高、最低气温等资料对乌鲁木齐市的气温变化特征进行了一些研究[22–24]，但利用时间分辨率更高的自动气象站逐小时气温资料来研究乌鲁木齐市气温日变化特征的工作还较少。为进一步深入认识乌鲁木齐市气温的精细化特征，本文使用2008—2020年乌鲁木齐市主城区自动气象站逐小时气温观测资料分析其日极值气温和变温的日变化规律，以期为精细化天气预报和服务提供参考。

1　资料和方法

1.1　资料

本文使用新疆维吾尔自治区气象局气象信息中心提供的2008年1月—2020年2月乌鲁木齐国家级自动气象站（87°39′00″E，43°47′00″N，海拔高度918.7 m）逐小时气温观测资料，首先对自动气象站数据进行了查验，剔除了异常值和不完整的资料。

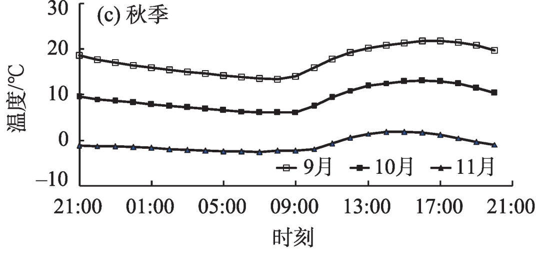
1.2　研究方法

使用参考文献[11]中关于出现频率、变温等的相关定义，具体如下：(1)出现频率为出现次数与总次数的比值，可以表征日最高(低)气温在各时次出现的概率。(2)变温指单位时间内气温的变化幅度，是天气预报中评估天气过程强度的重要指标之一。本文重点针对1 h变温、3 h变温和6 h变温进行分析。

2　结果与分析

2.1　气温日变化特征

图1为乌鲁木齐市主城区1—12月的气温日变化分布，可以看出，12月乌鲁木齐市主城区日最高气温的出现时次最早，为14:00；1、2月和11月的日最高气温均出现在15:00；3月和10月出现在16:00；4—9月都出现在17:00。乌鲁木齐市主城区日最低气温的出现时次在1月和12月最早，均为05:00；2月最晚，为09:00；5—11月均出现在07:00；3月和4月出现在08:00。综上可知，乌鲁木齐市主城区日最高



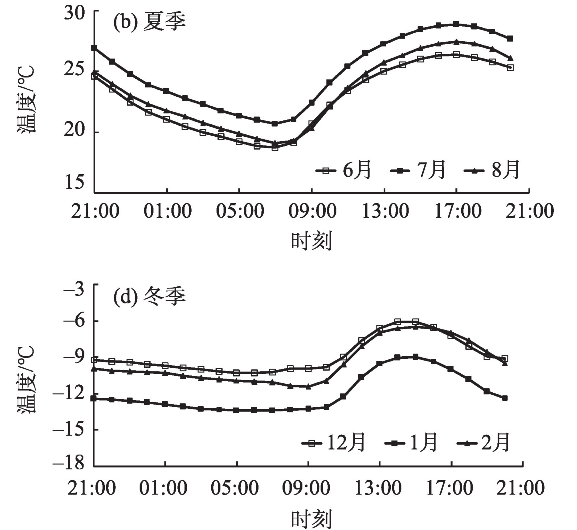


图1　乌鲁木齐市主城区气温日变化特征

Fig. 1　Diurnal temperature changes in the downtown of Urumqi City

气温在全年各月的出现时间主要分布在14:00—17:00,日最低气温的出现时间主要分布在05:00—08:00;12月的日最高气温和最低气温的出现时间均为全年各月最早。从日最高气温和最低气温出现时次的季节分布可以看出,夏季的3个月乌鲁木齐市主城区的日最高气温都出现在17:00,日最低气温都出现在07:00;秋季日最低气温均出现在07:00;日最高气温的出现时次呈现出逐月提早1 h的特征,即9月出现在17:00,10月出现在16:00,11月出现在15:00。同一季节内,各月的日最高气温出现时次最大相差1 h;但日最低气温出现时次在冬季各月间的差异较大,12月和1月的日最低气温出现在05:00,2月出现在09:00,12月和1月日最低气温出现时间比2月早4 h。

已有研究表明[9-10],我国大陆近地面日极值气温的最低值一般出现在日出前后,由于夏季的日出时间早于冬季,因此同一地区日最低气温的出现时间夏季应早于冬季。然而,对比前文的分析结果可知,乌鲁木齐市主城区日最低气温的出现时间在12月和1月为05:00,在夏季的3个月都为07:00,表现出冬季日最低气温的出现时间比夏季早的特征,与气温日变化季节特征的一般规律不符,与我国其他城市的气温日变化特征也存在差异[11]。乌鲁木齐市位于天山北坡,地理位置和地形条件较为特殊,冬季经常出现逆温和阴雾天气,实际预报业务中发现此类天气对气温的影响较大,近年来乌鲁木齐市冬季雾日呈显著增多趋势,可能是导致上述现象的原因之一,我们将在另文中进行详细讨论。

2.2 日最高(低)气温平均出现时间的概率分布

日最高气温和最低气温的出现时间是气温日变化的2个重要特征,然而过去人们更关注于日最高气温和最低气温的平均出现时间,对二者的精细化分布特征研究较少。图2为乌鲁木齐市主城区日最高气温各时次出现频率的时间分布特征。可以看出,乌鲁木齐市主城区日最高气温出现频率的日分布曲线以"双峰"型为主(3月除外)。1、2、11月和12月日最高气温出现频率的主峰时次均出现在15:00,出现频率分别为22.3%、20.9%、23.4%和22.0%;10月出现在16:00,出现频率为24.9%;3月和9月出现在17:00,出现频率分别为19.7%和33.6%;4—8月出现在18:00,出现频率分别为27.2%、24.7%、24.4%、25.0%和26.3%。9月日最高气温主峰时次的出现频率为全年最高,3月最低。夏季和冬季各月的日最高气温各时次出现频率的时间分布较为一致,季节内各月的曲线几乎重合,夏季3个月的日最高气温最大出现频率的时次均为18:00,冬季均为15:00;春季和秋季各月的日最高气温各时次出现频率的时间分布相对分散。此外,还可以看出,全年12个月都在21:00存在一个日最高气温出现频率的相对高值,主要是因为气象上是以20:00作为"日界"的划分时次,当较强冷空气影响新疆时,夜间气温较高而白天气温较低,因此日最高气温就出现在21:00,从而使得日最高气温最大出现频率在21:00形成一个大值,这一特征在暖季(4—9月)比冷季(10—

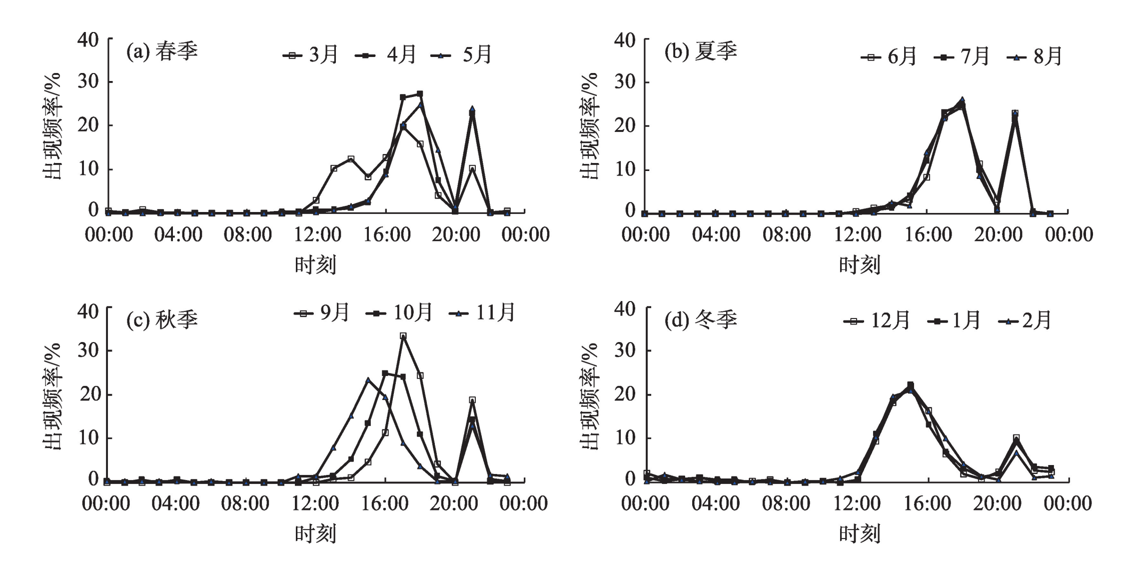


图2 乌鲁木齐市主城区日最高气温出现频率的逐小时变化

Fig. 2 Hourly variations of maximum temperature occurrence rate in the downtown of Urumqi City

次年3月)表现的更加清晰。

图3为乌鲁木齐市主城区最低气温出现频率的日分布曲线。可以看出,日最低气温出现频率的日分布曲线以“单峰”型为主。日最低气温最大出现频率在5—7月出现在07:00,出现频率分别为35.7%、43.7%和36.7%;在4、8月和9月出现在08:00,出现频率分别为37.6%、49.4%和36.1%;在3、10月和11月出现在09:00,出现频率分别为28.9%、33.9%和18.1%;在2月出现10:00,出现频率为14.5%;在1月和12月出现在20:00,出现频率分别为17.7%和15.4%。综上可以看出,8月日最低气温最大出现频率为全年最高,2月最低。3—10月的日最低气温最大出现频率均比日最高气温最大出现频率高;11、12、1月和2月则相反。乌鲁木齐市主城区日最低气温各时次出现频率在冬季的3个月中峰值特征不明显;3个月的日最低气温最大出现频率均不超过18%;日最低气温最大出现频率的时次在1月和12月为20:00,显然与受太阳辐射日变化影响下的一般规律存在较大差异。冬季不同时间的冷空气、阴雾天气以及供暖增加的气溶胶等因素都可能对气温造成影响,乌鲁木齐市主城区冬季气温呈现的特殊日变化特征还需进一步深入研究。

2.3 变温的日变化特征

图4为乌鲁木齐市主城区1 h变温的日变化曲

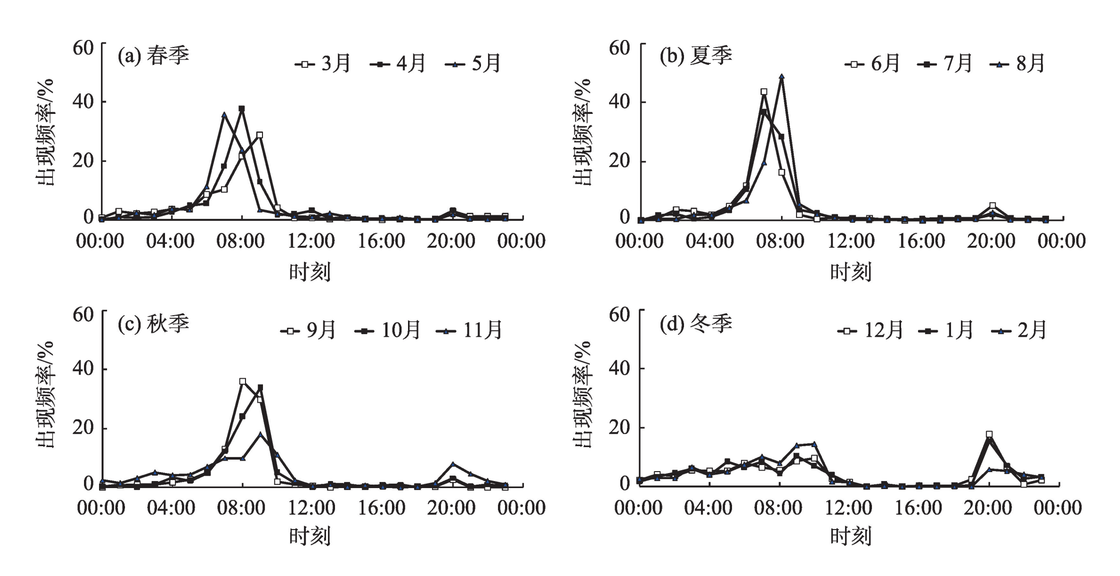


图3　乌鲁木齐市主城区日最低气温出现频率的逐小时变化

Fig. 3　Hourly variations of minimum temperature occurrence rate in the downtown of Urumqi City

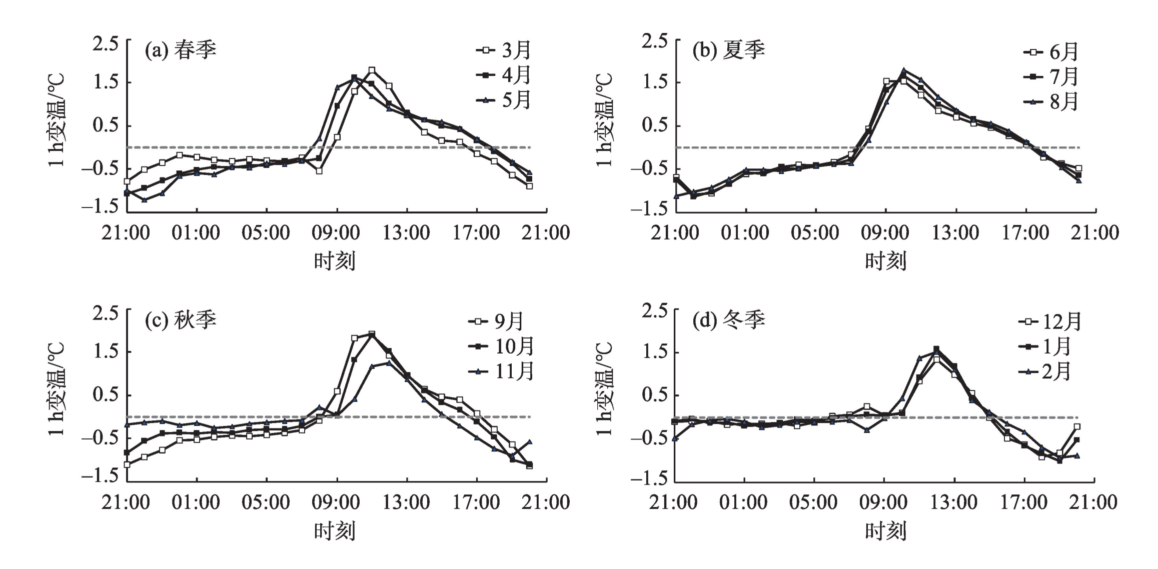


图4　乌鲁木齐市主城区1 h变温的日变化特征

Fig. 4　Diurnal temperature variations for 1 h in the downtown of Urumqi City

线,可以看出,乌鲁木齐市主城区1 h正(负)变温的峰值时间全年主要出现在09:00—12:00(18:00—22:00),最大正(负)变温的幅度为1.2~1.9 ℃(0.9~1.2 ℃)。乌鲁木齐市主城区1 h变温的日变化曲线在夏季较为集中,在其他3个季节相对较为分散。乌鲁木齐市主城区1 h正变温幅度明显大于1 h负变温,正负变温存在不对称性变化特征。以1月为例,正变温从10:00开始,12:00达到最大值,耗时约2 h完成了正变温过程,而负变温从16:00开始,19:00到达负变温峰值,此过程耗时约3 h,可见在1 h变温过程中,负变温过程比正变温过程略平缓一些。乌鲁木齐市主城区1 h最大正(负)变温幅度在春、夏、秋3个季节之间的差别不大;冬季较上述3个季节则明显偏小。

从乌鲁木齐市主城区3 h变温日变化曲线(图5)可以看出,3 h变温的结果与1 h变温相比,从正负变温过程开始至最大变温峰值所耗费的时间差异不大,3 h正变温峰值的发生时次在5—7月最早为10:00,12月和1月最晚为13:00。3 h负变温峰值发生时次在11、12月和1月最早为19:00;4、5—7月最晚为23:00。6 h变温的曲线分布与1 h变温和3 h变温类似,曲线分布更为均匀(图略),具体特征不再赘述。综上可以看出,乌鲁木齐市主城区较为剧烈的变温过程大多是在3 h甚至1 h以内完成的。

以上分析给出了乌鲁木齐市主城区1 h、3 h和6 h的变温分布情况,那么在一天的气温变化中,多长时效的变温才是乌鲁木齐市主城区日气温变温的主导者呢?为此我们根据上文的计算结果,分别给出了乌鲁木齐市主城区1—12月的1 h、3 h和6 h的最大变温速率(表1)。由表1可以看出,乌鲁木齐市主城区3 h和6 h最大变温速率的差别不显著,二者最大相差0.23 ℃,最小相差0.02 ℃,平均为0.10 ℃;但3 h和1 h最大变温速率的差别较大,最大相差0.76 ℃,最小相差0.44 ℃,平均为0.61 ℃。由此可以推断,乌鲁木齐市主城区平均的最大变温主要发生在1 h之内。

2.4 最大正(负)变温出现时间的概率分布

图6为乌鲁木齐市主城区1 h最大正变温出现时间率的日变化曲线。可以看出,乌鲁木齐市主城区1 h最大正变温出现频率的峰值时刻在3月为11:00,出现频率为39.2%;在4—8月都为10:00,出现频率分别为31.5%、33.1%、32.8%、38.6%和41.7%;在9—11月均为11:00,出现频率分别为37.5%、39.2%和29.4%;在12、1月和2月均为12:00,出现频率30.5%、34.0%和33.7%。综上可以看出,乌鲁木齐市主城区全年1 h最大正变温出现频率的峰值时间主要分布在10:00—12:00;除春季外,其他3个季节的1 h最大正变温出现频率的峰值时刻在季节内较为统一;夏季1 h最大正变温峰值时刻出现频率的数值最高(37.7%),秋季次之(34.6%),春季第三(36.4%),冬季最小(32.7%)。

从乌鲁木齐市主城区1 h最大负变温出现时间率的日变化分布曲线可以看出(图7),11月和12月的1 h最大负变温出现频率的峰值时间均为18:00,

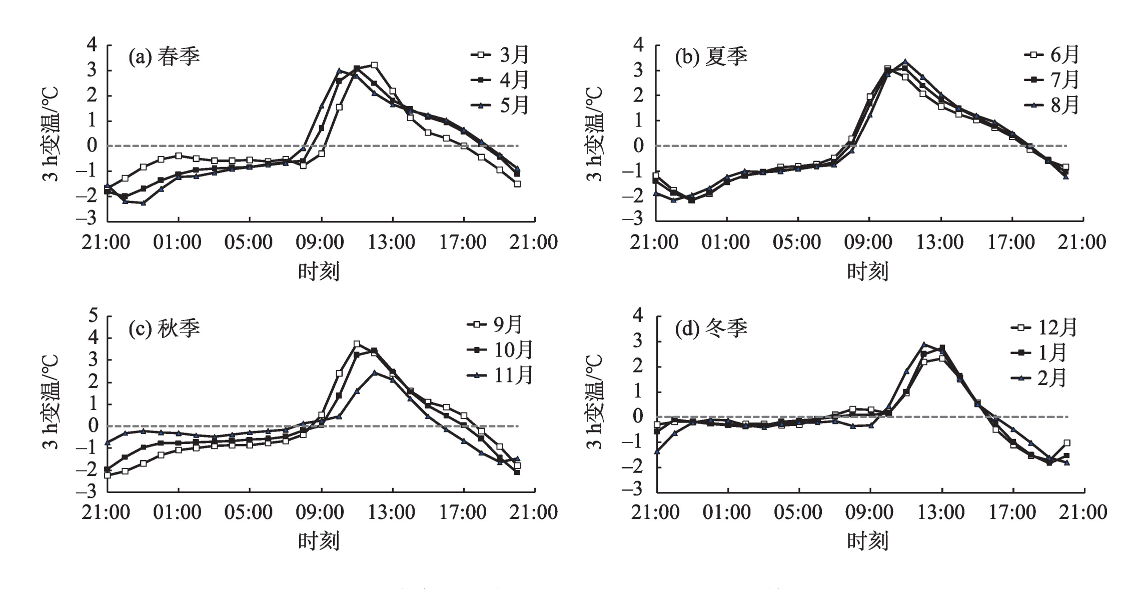


图5 乌鲁木齐市主城区3 h变温的日变化特征

Fig. 5 Diurnal temperature variations for 3 h in the downtown of Urumqi City

表1　乌鲁木齐市主城区平均最大变温速率

Tab. 1　Average maximum climate rate of temperature variation in the downtown of Urumqi per month　/℃·h⁻¹

月份	1 h变温速率	3 h变温速率	6 h变温速率
1	1.57	0.92	0.69
2	1.51	0.96	0.80
3	1.80	1.08	0.94
4	1.62	1.03	0.98
5	1.59	1.00	0.97
6	1.54	1.02	0.97
7	1.67	1.02	1.04
8	1.79	1.12	1.08
9	1.92	1.25	1.13
10	1.90	1.14	1.06
11	1.25	0.81	0.70
12	1.34	0.78	0.64

出现频率分别为16.7%和15.4%；1月为19:00，出现频率为17.3%；2、3、9月和10月均为20:00，出现频率分别为18.3%、15.3%、20.6%和26.9%；8月为21:00，出现频率为21.5%；4月和5月均为22:00，出现频率分别为18.9%和23.4%；6月和7月均为23:00，出现频率分别为21.9%和18.1%。综上可知，乌鲁木齐市城区1 h最大负变温出现频率的峰值时间主要分布在19:00—23:00；秋季的1 h最大负变温峰值时刻出现频率的数值最高(21.4%)，夏季次之(20.5%)，春季第三(19.2%)，冬季最小(17.0%)。

对比乌鲁木齐市主城区1 h最大正、负变温出现频率的日变化曲线可以发现，乌鲁木齐市主城区1 h最大负变温出现频率明显低于1 h最大正变温出现频率；1 h最大负变温出现频率的日分布曲线比1 h最大正变温出现频率的日分布曲线分散；四季中冬季的1 h最大正(负)变温最大概率都是最低的。乌鲁木齐市主城区的3 h最大正(负)变温和6 h最大正(负)变温与1 h最大正(负)变温的日变化分布基本类似，文中不再赘述(图略)。

3　结 论

本文利用2008—2020年自动气象站逐小时气温观测资料，分析了乌鲁木齐市主城区日最高、最低气温出现时间以及变温的总体规律，结论如下：

(1) 乌鲁木齐市主城区日最高气温出现在14:00—17:00，最低气温出现在05:00—08:00。同一季节内，各月的日最高气温出现时次最大相差1 h；但日最低气温出现时次在冬季各月间的差异较大，12月和1月的日最低气温出现在05:00，2月出现在09:00，12月和1月日最低气温出现时间比2月早4 h。此外，12月和1月日最低气温的出现时间比春、夏、秋三季各月均早2~3 h，与我国其他城市存在较大差异。

(2) 乌鲁木齐市主城区最高气温出现率的日分布曲线以“双峰”型为主，夏季和冬季各月的最高气温各时次出现频率的时间分布较为集中，春季和秋季相对分散。最低气温出现频率的日分布曲线在春、夏、秋三季均呈“单峰”型，冬季的峰值特征不明显；日最低气温最大出现频率的时次在1月和12月均为20:00，与受太阳辐射日变化影响下的一般规律

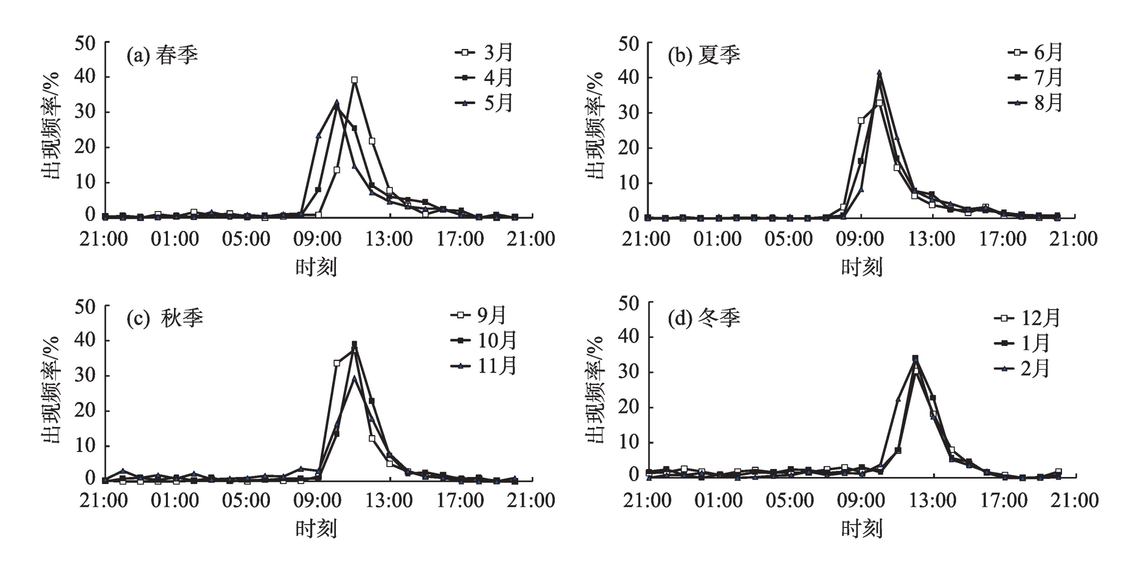


图6　乌鲁木齐市主城区1 h最大正变温出现时间率的日变化

Fig. 6　Occurrence rate of maximum positive temperature increment for 1 hour in the downtown of Urumqi City

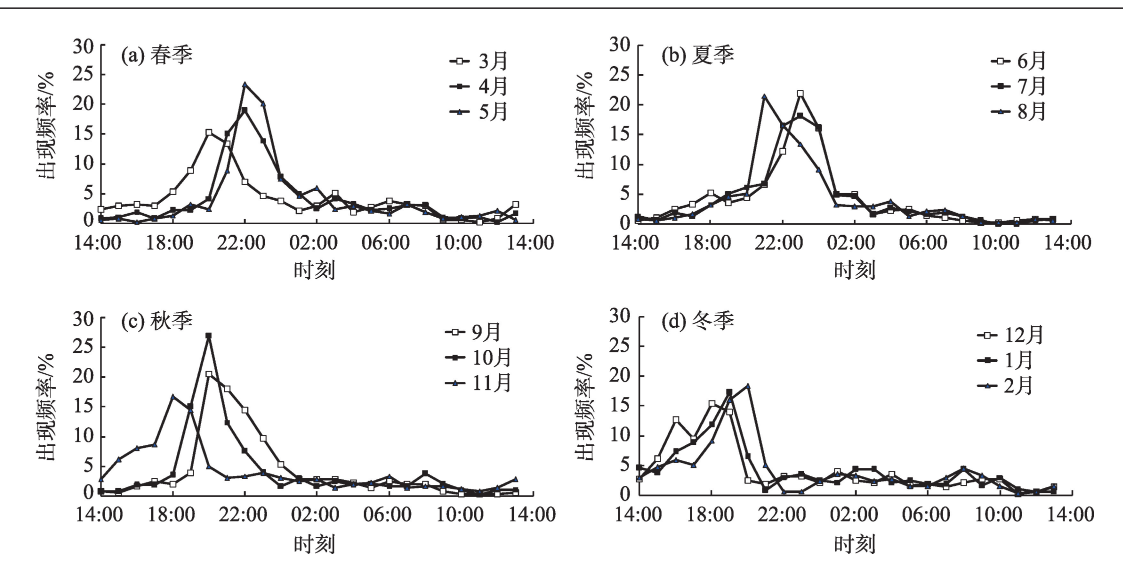


图7 乌鲁木齐市主城区1 h最大负变温出现时间率的日变化

Fig. 7 Occurrence rate of maximum negative temperature increment for 1 h in the downtown of Urumqi City

存在差异。

（3）乌鲁木齐市主城区1 h正（负）变温峰值时间出现在09:00—12:00（18:00—22:00），最大正（负）变温幅度为1.2~1.9 ℃（0.9~1.2 ℃之间）；3 h和6 h变温特征与1 h相似。正负变温存在不对称性，负变温过程比正变温过程略平缓一些，平均最大变温主要发生在1 h以内。

（4）乌鲁木齐市主城区1 h最大正（负）变温最大概率时间主要分布在10:00—12:00（19:00—23:00）；夏季1 h最大正变温峰值时刻出现频率的数值最高，秋季1 h最大负变温峰值时刻出现频率的数值最高，冬季1 h最大正（负）变温峰值时刻出现频率的数值均最低。乌鲁木齐市主城区1 h最大负变温出现频率的日分布曲线比1 h最大正变温出现频率的日分布曲线的离散度大；1 h最大负变温出现时间的最大概率也明显小于1 h最大正变温。

参考文献(References)

[1] 赵宗慈, 王绍武, 徐影, 等. 近百年我国地表气温趋势变化的可能原因[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 808-817. [Zhao Zongci, Wang Shaowu, Xu Ying, et al. Attribution of the 20th century climate warming in China[J]. Climatic and Environmental Research, 2005, 10(4): 808-817.]

[2] 任国玉, 郭军, 徐铭志, 等. 近50年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报, 2005, 63(6): 642-956. [Ren Guoyu, Guo Jun, Xu Mingzhi, et al. Climate changes of China's mainland over past half century[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2005, 63(6): 642-956.]

[3] 丁文魁, 杨晓玲, 汪作成, 等. 河西走廊东部低温时间变化特征[J]. 干旱区地理, 2018, 41(1): 17-24. [Ding Wenkui, Yang Xiaoling, Wang Zuocheng, et al. Variation characteristics of low temperature events in east of Hexi Corridor[J]. Arid Land Geography, 2018, 41(1): 17-24.]

[4] 宇如聪, 李建, 陈昊明, 等. 中国大陆降水日变化研究进展[J]. 气象学报, 2014, 72(5): 948-968. [Yu Rucong, Li Jian, Chen Haoming, et al. Progress in studies of the precipitation diurnal variation over contiguous China[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2014, 72(5): 948-968.]

[5] 杨晓玲, 丁文魁, 殷玉春, 等. 1961—2010年武威市气温日较差变化趋势及影响因子分析[J]. 中国沙漠, 2014, 34(1): 225-232. [Yang Xiaoling, Ding Wenkui, Yin Yuchun, et al. Changes trend and influence factors of diurnal temperature range during 1961—2010 Wuwei of Gansu, China[J]. Journal of Desert Research, 2014, 34(1): 225-232.]

[6] 翁国玲, 贾晓静. 提高预报地表气温长期变化的一个方法[J]. 科技通报, 2011, 27(4): 503-510. [Wen Guoling, Jia Xiaojing. Improving the long-term climate trend using a dynamical-statistical method[J]. Bulletin of Science and Technology, 2011, 27(4): 503-510.]

[7] 王凯, 陈正洪, 刘可群, 等. 华中区域1960—2005年平均最高、最低气温及气温日较差的变化特征[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 418-424. [Wang Kai, Chen Zhenghong, Liu Kequn, et al. Variation characteristics of the mean maximum, minimum temperature and diurnal range of temperature in Central China during 1960—2005[J]. Climatic and Environmental Research, 2010, 15(4): 418-424.]

[8] 陈鹏翔, 毛炜峄. 基于GIS的新疆气温数据栅格化方法研究[J]. 干旱区地理, 2012, 35(3): 438-445. [Chen Pengxiang, Mao Weiyi. GIS-based spatial interpolation of air temperature in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2012, 35(3): 438-445.]

[9] 吕达仁, 周秀骥, 李维亮, 等. 30年来我国大气气溶胶光学厚度

平均分布特征分析[J]. 大气科学, 2002, 26(6): 721-730. [Lyu Daren, Zhou Xiuji, Li Weiliang, et al. Analyses on the spatial distribution of aerosol optical depth over China in recent 30 years[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2002, 26(6): 721-730.]

[10] 赵娜, 刘树华, 虞海燕. 近48年城市化发展对北京区域气候的影响分析[J]. 大气科学, 2011, 35(2): 373-385. [Zhao Na, Liu Shuhua, Yu Haiyan. Urbanization effects on local climate in Beijing in recent 48 years[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2011, 35(2): 373-385.]

[11] 杨萍, 肖子牛, 刘伟东. 北京气温日变化特征的城郊差异及其季节变化分析[J]. 大气科学, 2013, 37(1): 101-112. [Yang Ping, Xiao Ziniu, Liu Weidong. Comparison of diurnal temperature variation in urban and rural arrears in Beijing and its seasonal change [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2013, 37(1): 101-112.]

[12] 胡文志, 梁延刚, 雷惠雯, 等. 香港城市与郊区气候差异分析[J]. 气象, 2009, 35(2): 71-79. [Hu Wenzhi, Liang Yangang, Lei Huiwen, et al. A study on the difference between urban and rural climate in Hong Kong[J]. Meteorological Monthly, 2009, 35(2): 71-79.]

[13] 黄良美, 黄海霞, 向东云, 等. 南京市四种下垫面气温日变化规律及城市热岛效应[J]. 生态环境, 2007, 16(5): 1411-1420. [Huang Liangmei, Huang Haixia, Xiang Dongyun, et al. The diurnal change of air temperature in four types of land cover and urban heat island island effect in Nanjing, China[J]. Ecology and Environment, 2007, 16(5): 1411-1420.]

[14] 郑易飞, 陈默, 白云鹤, 等. 深圳地区夏季气温日变化时空分布特征[J]. 东莞理工学院学报, 2018, 1(1): 92-98. [Zheng Yifei, Chen Mo, Bai Yunhe, et al. Diurnal variation characteristics and time-space distribution of summer temperature in Shenzhen analyzed by high-density meteorological monitoring network[J]. Journal of Dongguan University of Technology, 2018, 1(1): 92-98.]

[15] 高红燕, 浩宇, 王丹, 等. 西安气温日变化特征的城郊差异[J]. 中国农学通报, 2017, 33(14): 100-108. [Gao Hongyan, Hao Yu, Wang Dan, et al. Diurnal temperature variation characteristics of urban and rural areas in Xi'an[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2017, 33(14): 100-108.]

[16] 杨霞, 赵逸舟, 赵克明, 等. 冬季变暖对乌鲁木齐市采暖气象条件的影响及气象节能潜力分析[J]. 干旱区研究, 2010, 27(1): 148-152. [Yang Xia, Zhao Yizhou, Zhao Keming, et al. Analysis on the effects of winter climate warming on heating meteorological condition and energy saving potential in heating season in Urumqi [J]. Arid Zone Research, 2010, 27(1): 148-152.]

[17] 徐婷, 邵华, 张弛. 近32 a中亚地区气温时空格局分析[J]. 干旱区地理, 2015, 38(1): 25-35. [Xu Ting, Shao Hua, Zhang Chi. Temperature pattern analysis of air temperature change in Central Asia during 1980—2011[J]. Arid Land Geography, 2015, 38(1):25-35.]

[18] 袁玉江, 何清, 魏文寿, 等. 天山山区与南、北疆近40 a来的年温度变化特征比较研究[J]. 中国沙漠, 2003, 23(5): 521-526. [Yuan Yujiang, He Qing, Wei Wenshou, et al. Comparison of features of annual temperature change in Tianshan Mountainous area, southern and northern Xinjiang for the recent 40 years[J]. Journal of Desert Research, 2003, 23(5): 521-526.]

[19] 何清, 杨青, 李红军. 新疆40 a来气温、降水和沙尘天气变化[J]. 冰川冻土, 2003, 25(4): 423-428. [He Qing, Yang Qing, Li Hongjun. Variations of air temperature, precipitation and sand-dust weather in Xinjiang in past 40 years[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, 25(4): 423-428.]

[20] 张家宝, 苏起元, 孙沈清, 等. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1986: 20-35. [Zhang Jiabao, Su Qiyuan, Sun Shenqing, et al. The guiding manual of short-range weather forecast in Xinjiang[M]. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House, 1986: 20-35.]

[21] 陈颖, 贾仔拉·拜山. 新疆冬季气温年际异常的主模态及其成因分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 223-231. [Chen Ying, Baishan Jiazila. Annual winter temperature variation and its causes in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2019, 42(2): 223-231.]

[22] 杨霞, 赵逸舟, 李圆圆, 等. 乌鲁木齐极端天气事件及其区域气候变化的联系[J]. 干旱区地理, 2009, 32(6): 868-873. [Yang Xia, Zhao Yizhou, Li Yuanyuan, et al. Extreme weather events in Urumqi and their relation with regional climate change[J]. Arid Land Geography, 2009, 32(6): 868-873.]

[23] 李景林, 张山清, 普宗朝, 等. 近50 a新疆气温精细化时空变化分析[J]. 干旱区地理, 2013, 36(2): 228-237. [Li Jinglin, Zhang Shanqing, Pu Zongchao, et al. Spatial-temporal variation of seasonal and annual air temperature in Xinjiang during 1961—2010[J]. Arid Land Geography, 2013, 36(2): 228-237.]

[24] 刘盛梅, 成鹏. 乌鲁木齐地区近50年来平均气温及极端气温变化特征[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(6): 138-146. [Liu Shengmei, Cheng Peng. Characteristics of average air temperature and extreme air temperature changes in Urumqi region for the past 50 years[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2011, 25(6): 138-146.]

Diurnal temperature variation characteristics in the downtown of Urumqi

YANG Xia[1], ZHAO Yizhou[2], CAI Mei[3], ZHANG Chao[1]

(1. Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, Xinjiang, China; 2. Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi 830002, Xinjiang, China; 3. China Meteorological Administration Institute of Meteorological Cadre Training Xinjiang Branch, Urumqi 830002, Xinjiang, China)

Abstract: Cities are critical on the earth's surface because of human activities. Cities significantly influence regional climate change and the ecological environment. Recently, with the rapid development of China's urbanization process, the impact of urbanization on temperature change has attracted increasing attention. Urumqi is the capital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. With the rapid urbanization development, the diurnal temperature change characteristics in the main urban area of Urumqi are unclear. To deeply understand the diurnal temperature characteristics in Urumqi, this study used hourly temperature observation data from the Automatic Weather Station from 2008 to 2020 to analyze the diurnal temperature variation characteristics over urban Urumqi. The results show that the maximum high temperature in the main urban area of Urumqi occurs at 14−17 o'clock, and the lowest temperature occurs at 05−08 o'clock. In general, the daily minimum temperature reaches its lowest value around sunrise, which occurs earlier in summer than in winter. In the main urban area of Urumqi, the daily minimum temperature in December and January occurs at 5:00 and 7:00 in the summer, inconsistent with the general rule of daily temperature change and different from the daily temperature change characteristics in other cities in China. The temperature shows a sharp increase but a slow decrease during the day. Analysis of the temperature change rate in different time intervals shows that the sharpest change occurs in one hour. The statistical pattern of minimum temperature occurs from 06 to 10 o'clock in spring, summer, and autumn. The statistical pattern of minimum temperature occurs at 20 o'clock in December and January, which is a special phenomenon in Urumqi, where the time at which the maximum positive temperature is more concentrated than the negative temperature. The diurnal variation of winter temperature in the main urban area of Urumqi is more complex than in the other three seasons. Forecasting winter temperature in Urumqi City is always challenging. The forecast accuracy of winter temperature in Urumqi is low, significantly affecting meteorological services. This study provides the daily temperature variation characteristics in the main urban area of Urumqi, which could help weather forecasters to deepen their understanding of the refined temperature characteristics in the main urban area of Urumqi and provide a useful reference for practical forecast business. Because this study only analyzes from the perspective of data statistics, the causes of special diurnal variation characteristics of winter temperature in the main urban area of Urumqi must be further studied using numerical simulation and other methods.

Key words: hourly temperature; diurnal variations; temperature change; Urumqi